

Arrangement for compensating path differences

Patent Number: DE3542218
Publication date: 1986-07-03
Inventor(s): SCHOEPPPE GUENTER (DD)
Applicant(s): JENOPTIK JENA GMBH (DD)
Requested Patent: ☐ DE3542218
Application Number: DE19853542218 19851129
Priority Number(s): DD19840272170 19841229
IPC Classification: G02B27/00; G02B21/24
EC Classification: G02B21/24, G02B27/28
Equivalents: ☐ DD233670, ☐ JP61181920

Abstract

The arrangement according to the invention for compensating path differences in the image plane of polarisation-optical interference devices is used to increase the uniformity of the image field and of the image contrast of such devices, preferably for transmitted- and reflected-light microscopes. The aim of the invention is to prevent as far as possible irregularities in the contrast of the image field from being caused by components of the device. The object to be achieved consists in compensating as far as possible path differences in the image plane which are caused in a crystal-optical fashion by birefringent components arranged in the beam path. According to the invention, the object is achieved when there is arranged in the beam path at least one bipartite compensation element whose birefringence has a sign opposite to the birefringence of the material which causes the path differences. The thickness of the compensation element depends on the thickness of the components whose effect is to be compensated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 35 42 218 C 2**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 02 B 27/00
G 02 B 21/24
G 02 B 27/52

②① Aktenzeichen: P 35 42 218.1-51
②② Anmeldetag: 29. 11. 85
④③ Offenlegungstag: 3. 7. 86
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 4. 94

DE 35 42 218 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑨ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
29.12.84 DD WP G 02 B/272 170 7

⑦③ Patentinhaber:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② Erfinder:
Schöppe, Günter, 07745 Jena, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DD 1 13 271

⑤④ Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen

DE 35 42 218 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in einer Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen insbesondere für Durch- und Auflichtmikroskope mit doppelbrechenden Bauelementen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen vorzugsweise für Durch- und Auflichtmikroskope dient der Erhöhung des Bildkontrastes solcher Einrichtungen.

Bei allen polarisationsoptischen Interferenzeinrichtungen (z. B. nach Nomarski, Smith, Jamin-Lebedew, Francon, Savaro) treten auf Grund der unterschiedlichen Neigungen und Wegstrecken, die das Licht in den doppelbrechenden Elementen zu den einzelnen Feldpunkten erfährt bzw. zurücklegt, auch ohne Versuchsobjekt, Gangunterschiedsdifferenzen im Sehfeld der Einrichtung auf. Diese führen zu Ungleichmäßigkeiten, die als zwei Hyperbeläste im beobachteten Bild sichtbar werden. Diese Erscheinung beeinträchtigt die Beurteilung der Gleichförmigkeit der Objekte und reduziert die Empfindlichkeit des Verfahrens.

Bei dem am weitesten verbreiteten und entwickelten Verfahren, dem Interferenzkontrast nach Nomarski, wird diese störende Erscheinung bisher durch Reduzierung der Dicke der doppelbrechenden Elemente verkleinert. Die Dicke läßt sich aber sowohl aus funktionellen, als auch aus technologischen Gründen nicht beliebig reduzieren, so daß bei derartigen Einrichtungen hoher Kontrastgüte der ungleichmäßige Untergrund störend sichtbar bleibt.

In dem DD-AP 113 271 ist eine Lösung beschrieben, bei der die Kompensation der genannten Gangunterschiedsdifferenzen durch eine einachsige doppelbrechende Platte, deren Dicke entsprechend dimensioniert werden kann, erfolgt. Die Wirkung dieser Platte ist an die Voraussetzung gebunden, daß die optische Kristallachse in Richtung der optischen Geräteachse und die Außenflächen senkrecht dazu orientiert sind. Die zur optischen Achse senkrechten Außenflächen der Platte rufen jedoch störende Lichtreflexe hervor, die zu einer Verschleierung der Bilder führen. Wird die Platte zur Vermeidung dieser Reflexe leicht geneigt, treten im Bildfeld bereits wieder Asymmetrien auf. Ein weiterer Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß die Platte zur Kompensation im Durchlichtstrahlengang als zusätzliches Bauelement eingefügt werden muß, da sich bekanntlich jede zusätzliche optische Fläche negativ auf die Bildgüte auswirkt.

Die Erfindung hat das Ziel, die genannten Nachteile zu vermeiden, insbesondere soll eine Anordnung geschaffen werden, die auch für größere Bildfelder durch Baueinheiten des Gerätes hervorgerufene Ungleichmäßigkeiten des Kontrastes im Bildfeld weitestgehend verhindert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die durch die doppelbrechenden Bauelemente kristalloptisch verursachten Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene weitestgehend zu kompensieren, wobei die Anordnung auch für bereits bestehende Interferenzeinrichtungen nachrüstbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement angeordnet ist, dessen Teile zueinander und zur Strahlrichtung senkrecht stehende Kristallachsen aufweisen. Dieses besteht aus einem Material, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials aufweist, das die Gangunterschiedsdifferenzen hervorruft. Die Gesamtdicke des Kompensationselementes ist nach folgender Beziehung bestimmt:

$$D_2 = D_1 \frac{N_{02} (N_{02} \cdot N_{E1} + N_{01} \cdot N_{E2}) (N_{E1} - N_{01})}{2 \cdot N_{01}^2 \cdot N_{E1} (N_{02} - N_{E2})} \left(\frac{i_1}{i_2} \right)^2$$

wobei bedeuten:

D_1 die Summe der Dicken der zu kompensierenden Bauelemente,

D_2 die Gesamtdicke des Kompensationselementes,

N_{E1} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente

N_{E2} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles des Kompensationselementes,

N_{01} die Brechzahl des ordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,

N_{02} die Brechzahl des ordentlichen Strahles des Kompensationselementes

i_1 der Feldwinkel im Raum der zu kompensierenden Bauelemente und

i_2 der Feldwinkel, der im Raum des Kompensationselementes zum Feldwinkel i_1 gehört.

Vorteilhaft ist gemäß der Erfindung eines der beiden im Strahlengang der Interferenzeinrichtung angeordneten Interferenzprismen gleichzeitig als Kompensationselement mit vorgenanntem Aufbau und Dimensionierung ausgebildet. Durch die Wahl des Materials und der Dicke wirkt dieses Prisma gleichzeitig als Kompensationselement. Weiterhin ist es vorteilhaft, ein erfindungsgemäßes Kompensationselement, z. B. zur Ergänzung bereits bestehender Interferenzeinrichtungen, als separates Bauelement, bestehend aus zwei gleichdicken planparallelen Platten, im Strahlengang anzuordnen. Die optischen Kristallachsen der Platten verlaufen 90° zueinander und zur optischen Geräteachse. Das Kompensationselement kann dabei wahlweise sowohl beleuchtungsseitig als auch bildseitig im Strahlengang angeordnet werden. Weiterhin ist es möglich, je ein entsprechend geringer dimensioniertes Kompensationselement beleuchtungsseitig und bildseitig im Strahlengang anzuordnen.

Ausführungsbeispiel

Die Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen soll an Hand der Fig. 1 bis 5 näher

erläutert werden, wobei

Fig. 1 eine Anordnung im Durchlicht mit einem Kompensationsprisma

Fig. 2 eine Anordnung im Durchlicht mit einer Kompensationsplatte,

Fig. 3 eine Anordnung im Durchlicht mit mehr als einer Kompensationsplatte

Fig. 4 eine Anordnung im Auflicht mit doppeltem Lichtdurchgang durch die Kompensationsplatte und

Fig. 5 eine Anordnung im Auflicht mit einmaligem Lichtdurchgang durch die Kompensationsplatte zeigt.

In Fig. 1 sind entlang einer optischen Geräteachse eines nicht dargestellten Durchlichtinterferenzkontrastmikroskopes in Lichtausbreitungsrichtung nacheinander ein Polarisator 1, ein Interferenzelement 2, als Prisma ausgeführt (z. B. Wollastonprisma), ein Kondensator 3, ein Objekt 4, ein Objektiv 5, ein Kompensationsprisma 6 in erfindungsgemäßer Dimensionierung und ein Analysator 7 angeordnet. In dieser Anordnung werden die vom Interferenzelement 2 verursachten feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen durch das Kompensationsprisma 6 das gemäß der Erfindung dimensioniert ist und welches gleichzeitig die Wirkung eines bildseitigen Interferenzelementes hat, kompensiert. Es ist auch möglich, bei entsprechender Dimensionierung das Interferenzelement 2 und das Kompensationsprisma 6 auszutauschen.

In der Fig. 2 und den folgenden Figuren sind jeweils gleiche Bauelemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. In einer an sich bekannten Interferenzanordnung für Durchlichtinterferenzkontrastmikroskope, mit Interferenzelementen 8 und 9, die z. B. in Form von Wollastonprismen ausgebildet sind, ist zwischen einem bildseitigen Interferenzelement 9 und einem Analysator 7 eine erfindungsgemäß dimensionierte Kompensationsplatte 10 angeordnet. Die Kompensationsplatte 10 kompensiert die Summe der in den Interferenzelementen 8 und 9 verursachten feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen. Es ist auch möglich, die Kompensationsplatte 10 zwischen dem Polarisator 1 und dem Interferenzelement 8 anzuordnen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen des beleuchtungsseitigen Interferenzelementes 8 und des bildseitigen Interferenzelementes 9 jeweils einzeln, durch Zuordnung von je einer Kompensationsplatte 11 zu den Interferenzelementen 8 und 9, zu kompensieren. Diese Anordnung wird in Fig. 3 gezeigt. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Summe der Dicken der Kompensationsplatten 11 gleich der für die Kompensation notwendigen Gesamtdicke D_2 ist.

In Fig. 4 und 5 werden bekannte Interferenzanordnungen für Auflichtmikroskope, die um eine Kompensationsplatte 14 (Fig. 4) oder 10 (Fig. 5) ergänzt sind, dargestellt. Durch diese Kompensationsplatten 10 oder 14 wird die durch ein Interferenzelement 12 hervorgerufene Gangunterschiedsdifferenz kompensiert.

Ist das Kompensationselement im Strahlengang zwischen einem Teilerspiegel 13 und einem Objekt 4, wie z. B. die Kompensationsplatte 14 in Fig. 4, angeordnet, so ergibt sich für die Dicke der Kompensationsplatte 14 der halbe Betrag der errechneten Dicke D_2 , da in diesem Fall die Kompensationsplatte zweimal vom Licht durchlaufen wird. Dagegen ist bei Anordnung des Kompensationselementes zwischen dem Polarisator 1 und dem Teilerspiegel 13 oder zwischen dem Teilerspiegel 13 und dem Analysator 7, wie z. B. die Kompensationsplatte 10 in Fig. 5, die Dicke der Kompensationsplatte 10 gleich der errechneten Dicke D_2 .

Patentansprüche

1. Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen mit Interferenzanordnungen für Durchlicht- oder Auflichtverfahren, enthaltend ein Interferenzprisma (2) im Strahlengang, gekennzeichnet dadurch, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement (6, 10) angeordnet ist, dessen Teile zueinander und zur Strahlrichtung senkrecht stehende Kristallachsen aufweisen, und das derart ausgebildet ist, daß es aus einem Material besteht, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials der Gangunterschiedsdifferenzen erzeugenden Bauelemente hat, und daß das Kompensationselement eine Gesamtdicke hat, die nach folgender Beziehung bestimmt ist:

$$D_2 = D_1 \frac{N_{02} (N_{02} \cdot N_{E1} + N_{01} \cdot N_{E2}) (N_{E1} - N_{01})}{2 \cdot N_{01}^2 \cdot N_{E1} (N_{02} - N_{E2})} \left(\frac{i_1}{i_2} \right)^2$$

wobei

D_1 die Summe der Dicken der zu kompensierenden Bauelemente,

D_2 die Gesamtdicke des Kompensationselementes,

N_{E1} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente

N_{E2} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles des Kompensationselementes,

N_{01} die Brechzahl des ordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,

N_{02} die Brechzahl des ordentlichen Strahles des Kompensationselementes

i_1 der Feldwinkel im Raum der zu kompensierenden Bauelemente und

i_2 der Feldwinkel, der im Raum des Kompensationselementes zum Feldwinkel i_1 gehört, sind.

2. Anordnung nach Anspruch 11, gekennzeichnet dadurch, daß eines der im Strahlengang angeordneten Interferenzprismen (6) gleichzeitig als zweiteiliges Kompensationselement gemäß Anspruch 1 ausgebildet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das zweiteilige Kompensationselement (10) aus zwei gleichdicken planparallelen Platten besteht.

4. Anordnung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, daß das zweiteilige Kompensationselement (6, 10) beleuchtungsseitig und/oder bildseitig im Strahlengang angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

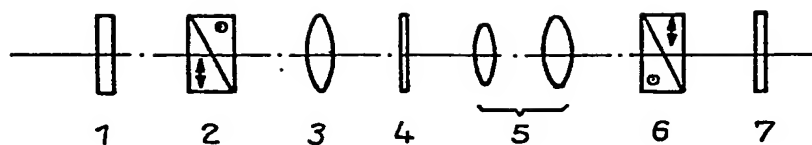


Fig. 1

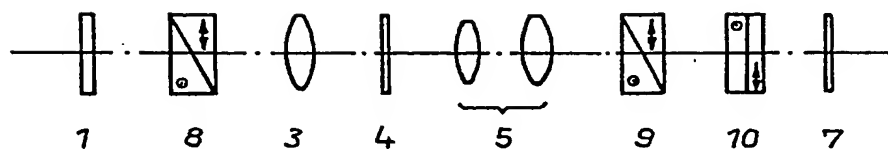


Fig. 2

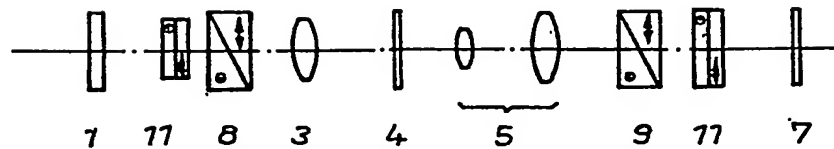


Fig 3

Fig 4

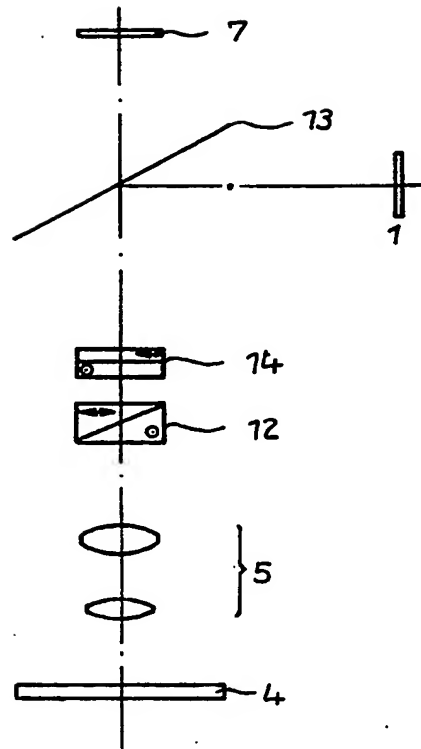
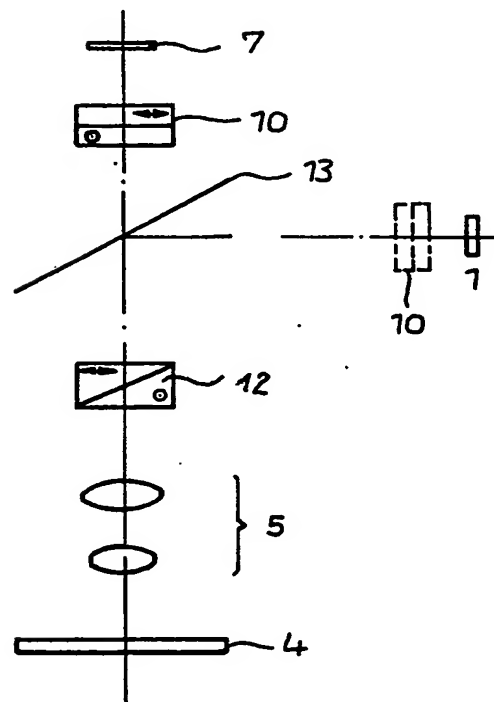


Fig 5





①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 35 42 218 C 2

⑤① Int. Cl.⁵:
G 02 B 27/00
G 02 B 21/24
G 02 B 27/52

②① Aktenzeichen: P 35 42 218.1-51
②② Anmeldetag: 29. 11. 85
④③ Offenlegungstag: 3. 7. 86
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 4. 94

DE 35 42 218 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
29.12.84 DD WP G 02 B/272 170 7

⑦③ Patentinhaber:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② Erfinder:
Schöppe, Günter, 07745 Jena, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DD 1 13 271

⑤④ Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen

DE 35 42 218 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in einer Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen insbesondere für Durch- und Auflichtmikroskope mit doppelbrechenden Bauelementen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen vorzugsweise für Durch- und Auflichtmikroskope dient der Erhöhung des Bildkontrastes solcher Einrichtungen.

Bei allen polarisationsoptischen Interferenzeinrichtungen (z. B. nach Nomarski, Smith, Jamin-Lebedew, Francon, Savaro) treten auf Grund der unterschiedlichen Neigungen und Wegstrecken, die das Licht in den doppelbrechenden Elementen zu den einzelnen Feldpunkten erfährt bzw. zurücklegt, auch ohne Versuchsobjekt, Gangunterschiedsdifferenzen im Sehfeld der Einrichtung auf. Diese führen zu Ungleichmäßigkeiten, die als zwei Hyperbeläste im beobachteten Bild sichtbar werden. Diese Erscheinung beeinträchtigt die Beurteilung der Gleichförmigkeit der Objekte und reduziert die Empfindlichkeit des Verfahrens.

Bei dem am weitesten verbreiteten und entwickelten Verfahren, dem Interferenzkontrast nach Nomarski, wird diese störende Erscheinung bisher durch Reduzierung der Dicke der doppelbrechenden Elemente verkleinert. Die Dicke läßt sich aber sowohl aus funktionellen, als auch aus technologischen Gründen nicht beliebig reduzieren, so daß bei derartigen Einrichtungen hoher Kontrastgüte der ungleichmäßige Untergrund störend sichtbar bleibt.

In dem DD-AP 113 271 ist eine Lösung beschrieben, bei der die Kompensation der genannten Gangunterschiedsdifferenzen durch eine einachsige doppelbrechende Platte, deren Dicke entsprechend dimensioniert werden kann, erfolgt. Die Wirkung dieser Platte ist an die Voraussetzung gebunden, daß die optische Kristallachse in Richtung der optischen Geräteachse und die Außenflächen senkrecht dazu orientiert sind. Die zur optischen Achse senkrechten Außenflächen der Platte rufen jedoch störende Lichtreflexe hervor, die zu einer Verschleierung der Bilder führen. Wird die Platte zur Vermeidung dieser Reflexe leicht geneigt, treten im Bildfeld bereits wieder Asymmetrien auf. Ein weiterer Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß die Platte zur Kompensation im Durchlichtstrahlengang als zusätzliches Bauelement eingefügt werden muß, da sich bekanntlich jede zusätzliche optische Fläche negativ auf die Bildgüte auswirkt.

Die Erfindung hat das Ziel, die genannten Nachteile zu vermeiden, insbesondere soll eine Anordnung geschaffen werden, die auch für größere Bildfelder durch Baueinheiten des Gerätes hervorgerufene Ungleichmäßigkeiten des Kontrastes im Bildfeld weitestgehend verhindert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die durch die doppelbrechenden Bauelemente kristalloptisch verursachten Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene weitestgehend zu kompensieren, wobei die Anordnung auch für bereits bestehende Interferenzeinrichtungen nachrüstbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement angeordnet ist, dessen Teile zueinander und zur Strahlrichtung senkrecht stehende Kristallachsen aufweisen. Dieses besteht aus einem Material, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials aufweist, das die Gangunterschiedsdifferenzen hervorruft. Die Gesamtdicke des Kompensationselementes ist nach folgender Beziehung bestimmt:

$$D_2 = D_1 \frac{N_{02} (N_{02} \cdot N_{E1} + N_{01} \cdot N_{E2}) (N_{E1} - N_{01})}{2 \cdot N_{01}^2 \cdot N_{E1} (N_{02} - N_{E2})} \left(\frac{i_1}{i_2} \right)^2$$

wobei bedeuten:

D_1 die Summe der Dicken der zu kompensierenden Bauelemente,

D_2 die Gesamtdicke des Kompensationselementes,

N_{E1} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente

N_{E2} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles des Kompensationselementes,

N_{01} die Brechzahl des ordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,

N_{02} die Brechzahl des ordentlichen Strahles des Kompensationselementes

i_1 der Feldwinkel im Raum der zu kompensierenden Bauelemente und

i_2 der Feldwinkel, der im Raum des Kompensationselementes zum Feldwinkel i_1 gehört.

Vorteilhaft ist gemäß der Erfindung eines der beiden im Strahlengang der Interferenzeinrichtung angeordneten Interferenzprismen gleichzeitig als Kompensationselement mit vorgenanntem Aufbau und Dimensionierung ausgebildet. Durch die Wahl des Materials und der Dicke wirkt dieses Prisma gleichzeitig als Kompensationselement. Weiterhin ist es vorteilhaft, ein erfindungsgemäßes Kompensationselement, z. B. zur Ergänzung bereits bestehender Interferenzeinrichtungen, als separates Bauelement, bestehend aus zwei gleichdicken planparallelen Platten, im Strahlengang anzuordnen. Die optischen Kristallachsen der Platten verlaufen 90° zueinander und zur optischen Geräteachse. Das Kompensationselement kann dabei wahlweise sowohl beleuchtungsseitig als auch bildseitig im Strahlengang angeordnet werden. Weiterhin ist es möglich, je ein entsprechend geringer dimensioniertes Kompensationselement beleuchtungsseitig und bildseitig im Strahlengang anzuordnen.

Ausführungsbeispiel

Die Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen soll an Hand der Fig. 1 bis 5 näher

erläutert werden, wobei

Fig. 1 eine Anordnung im Durchlicht mit einem Kompensationsprisma

Fig. 2 eine Anordnung im Durchlicht mit einer Kompensationsplatte,

Fig. 3 eine Anordnung im Durchlicht mit mehr als einer Kompensationsplatte

Fig. 4 eine Anordnung im Auflicht mit doppeltem Lichtdurchgang durch die Kompensationsplatte und

Fig. 5 eine Anordnung im Auflicht mit einmaligem Lichtdurchgang durch die Kompensationsplatte zeigt.

In Fig. 1 sind entlang einer optischen Geräteachse eines nicht dargestellten Durchlichtinterferenzkontrastmikroskopes in Lichtausbreitungsrichtung nacheinander ein Polarisator 1, ein Interferenzelement 2, als Prisma ausgeführt (z. B. Wollastonprisma), ein Kondensator 3, ein Objekt 4, ein Objektiv 5, ein Kompensationsprisma 6 in erfindungsgemäßer Dimensionierung und ein Analysator 7 angeordnet. In dieser Anordnung werden die vom Interferenzelement 2 verursachten feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen durch das Kompensationsprisma 6 das gemäß der Erfindung dimensioniert ist und welches gleichzeitig die Wirkung eines bildseitigen Interferenzelementes hat, kompensiert. Es ist auch möglich, bei entsprechender Dimensionierung das Interferenzelement 2 und das Kompensationsprisma 6 auszutauschen.

In der Fig. 2 und den folgenden Figuren sind jeweils gleiche Bauelemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. In einer an sich bekannten Interferenzanordnung für Durchlichtinterferenzkontrastmikroskope, mit Interferenzelementen 8 und 9, die z. B. in Form von Wollastonprismen ausgebildet sind, ist zwischen einem bildseitigen Interferenzelement 9 und einem Analysator 7 eine erfindungsgemäß dimensionierte Kompensationsplatte 10 angeordnet. Die Kompensationsplatte 10 kompensiert die Summe der in den Interferenzelementen 8 und 9 verursachten feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen. Es ist auch möglich, die Kompensationsplatte 10 zwischen dem Polarisator 1 und dem Interferenzelement 8 anzuordnen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen des beleuchtungsseitigen Interferenzelementes 8 und des bildseitigen Interferenzelementes 9 jeweils einzeln, durch Zuordnung von je einer Kompensationsplatte 11 zu den Interferenzelementen 8 und 9, zu kompensieren. Diese Anordnung wird in Fig. 3 gezeigt. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Summe der Dicken der Kompensationsplatten 11 gleich der für die Kompensation notwendigen Gesamtdicke D_2 ist.

In Fig. 4 und 5 werden bekannte Interferenzanordnungen für Auflichtmikroskope, die um eine Kompensationsplatte 14 (Fig. 4) oder 10 (Fig. 5) ergänzt sind, dargestellt. Durch diese Kompensationsplatten 10 oder 14 wird die durch ein Interferenzelement 12 hervorgerufene Gangunterschiedsdifferenz kompensiert.

Ist das Kompensationselement im Strahlengang zwischen einem Teilerspiegel 13 und einem Objekt 4, wie z. B. die Kompensationsplatte 14 in Fig. 4, angeordnet, so ergibt sich für die Dicke der Kompensationsplatte 14 der halbe Betrag der errechneten Dicke D_2 , da in diesem Fall die Kompensationsplatte zweimal vom Licht durchlaufen wird. Dagegen ist bei Anordnung des Kompensationselementes zwischen dem Polarisator 1 und dem Teilerspiegel 13 oder zwischen dem Teilerspiegel 13 und dem Analysator 7, wie z. B. die Kompensationsplatte 10 in Fig. 5, die Dicke der Kompensationsplatte 10 gleich der errechneten Dicke D_2 .

Patentansprüche

1. Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen mit Interferenzanordnungen für Durchlicht- oder Auflichtverfahren, enthaltend ein Interferenzprisma (2) im Strahlengang, gekennzeichnet dadurch, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement (6, 10) angeordnet ist, dessen Teile zueinander und zur Strahlrichtung senkrecht stehende Kristallachsen aufweisen, und das derart ausgebildet ist, daß es aus einem Material besteht, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials der Gangunterschiedsdifferenzen erzeugenden Bauelemente hat, und daß das Kompensationselement eine Gesamtdicke hat, die nach folgender Beziehung bestimmt ist:

$$D_2 = D_1 \frac{N_{O2} (N_{O2} \cdot N_{E1} + N_{O1} \cdot N_{E2}) (N_{E1} - N_{O1})}{2 \cdot N_{O1}^2 \cdot N_{E1} (N_{O2} - N_{E2})} \left(\frac{i_1}{i_2} \right)^2$$

wobei

D_1 die Summe der Dicken der zu kompensierenden Bauelemente,

D_2 die Gesamtdicke des Kompensationselementes,

N_{E1} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente

N_{E2} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles des Kompensationselementes,

N_{O1} die Brechzahl des ordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,

N_{O2} die Brechzahl des ordentlichen Strahles des Kompensationselementes

i_1 der Feldwinkel im Raum der zu kompensierenden Bauelemente und

i_2 der Feldwinkel, der im Raum des Kompensationselementes zum Feldwinkel i_1 gehört, sind.

2. Anordnung nach Anspruch 11, gekennzeichnet dadurch, daß eines der im Strahlengang angeordneten Interferenzprismen (6) gleichzeitig als zweiteiliges Kompensationselement gemäß Anspruch 1 ausgebildet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das zweiteilige Kompensationselement (10) aus zwei gleichdicken planparallelen Platten besteht.

4. Anordnung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, daß das zweiteilige Kompensationselement (6, 10) beleuchtungsseitig und/oder bildseitig im Strahlengang angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

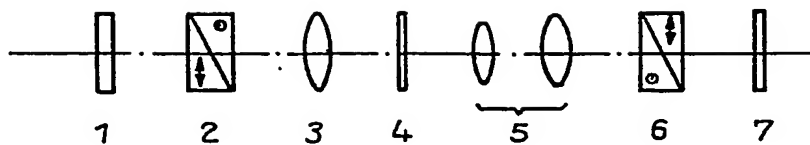


Fig. 1

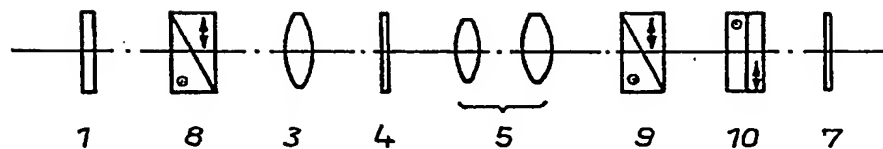


Fig. 2

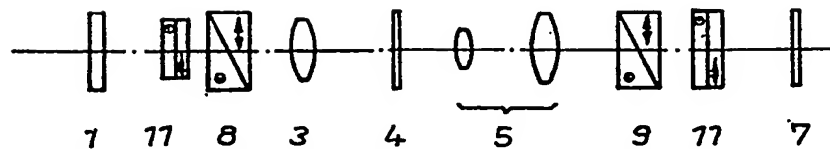


Fig 3

Fig 4

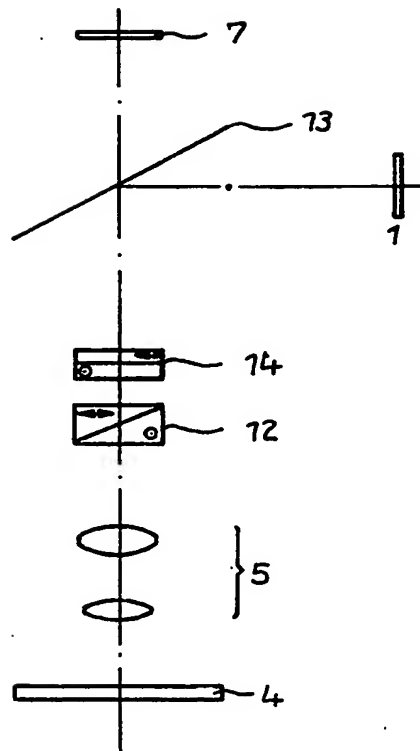


Fig 5

